

综 述

近十年中国地木耳研究概况

李敦海 刘永定

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

THE PAST DECADE'S RESEARCHES ON *NOSTOC COMMUNE* VAUCHER IN CHINA-A REVIEW

LI Dun-Hai and LIU Yong-Ding

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词: 念珠藻;地木耳;分类;生理生态学;营养成分;资源利用

Key words: *Nostoc*; *Nostoc commune* Vauch.; Taxonomy; Ecophysiology; Nutritive components; Resource Utilization.

中图分类号: Q949.22

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2003)04-0408-005

地木耳拉丁名为 *Nostoc commune* Vauch., 可以食用和入药, 我国人民对其利用广泛且历史悠久。本文综合了近 10 年来国内文献对地木耳的研究报道, 从地木耳的分类和描述、生理生态学、营养成分和资源利用与开发四个方面进行了讨论, 并提出了今后地木耳研究的几点意见。

1 地木耳的分类地位及描述

由于地木耳是广生种, 全国各地均有分布, 是一种可食用的蓝藻, 各地对地木耳的称呼也不尽相同。在本文引用的 31 篇中文文献中, 共罗列出地木耳的称呼有 23 种之多。

事实上, 地木耳既不是“真菌”(Fungi), 也不是“米”(Rice), 更不是“地衣类”(Lichen)——如有人^[1]认为地木耳是“真菌与藻类结合的一种共生植物”, 它属于原核藻类——蓝藻。它属于蓝藻门(Cyanophyta), 蓝藻纲(Cyanophyceae), 念珠藻目(Nostocales), 念珠藻科(Nostocaceae), 念珠藻属(*Nostoc*)中的 *Nostoc commune* Vauch., 是念珠藻中的群体型(Colony), 藻丝由 50—170 个营养细胞和异形胞组成。营养细胞圆球形、桶形, 6—7 μ m 长, 5—6 μ m 宽, 墨绿色或深褐色。在藻丝的中部或近中部, 有一个 7—8 μ m 长, 7.5—8.5 μ m 宽的淡黄色桶形异形胞^[2]。在地木耳的生活史中, 有一个藻殖段(Homogonium)期。藻殖段可运动, 行种的传播和渡过不良时期的功能。平时所见到的为地木耳的原植体(Thallus), 是由藻殖段萌发、细胞分裂, 藻丝延长、缠结, 形成外胶被并吸收大量水分逐渐增大后而形成的。关于外形和色泽的描述,

在外形描述上一致, 均认为“形似木耳”, 但对色泽的描述却有蓝绿色至黑褐色带绿色^[3]; 色泽暗绿^[4]; 湿润的鲜体呈墨绿色, 干燥时呈暗灰色^[5]; 黑绿晶莹^[1]等等。原因除了各地所生长地木耳的确可能有颜色差异外, 也与地木耳生长期的长短、采收后处理的方法以及因人而异的判断有关。

2 地木耳的分布和生理生态学

地木耳是世界广生种, 主要分布在石灰石区和喀斯特岩溶地带^[6]。在我国, 地木耳的分布十分广泛, 几乎所有的省、市、区都有报道。许多省区是将地木耳作为野生菜蔬资源记载报道的。但是, 地木耳也并非俯首皆是, 遍地可拾。它的生长也需要特定的地理、地质、气候和生物条件。另外, 作为可固氮的蓝藻, 地木耳对其生长地区的氮循环和氮收支平衡也有重要的影响。

2.1 地木耳的生态分布

在西北和华北地区, 地木耳的分布不仅与气候有关, 还与海拔、地质条件以及生物条件有关。在青海省, 柴达木盆地的德令哈、格尔木、都兰、天峻等地均有大面积生长^[7]。与青海毗邻的新疆, 地木耳的分布也很广泛^[8]。从垂直分布看, 3000m 以上的高山或亚高山草原, 2000m 以上的森林带, 1200m 以上的荒漠草原以及 1000m 以下的荒漠及半戈壁均有不同数量的分布, 其中荒漠草原地木耳分布生长量最大。从水平分布看, 西至伊犁, 东至奇台、北至阿尔泰, 南到巴音布鲁克等均有地木耳分布。另外, 地木耳与发菜(发状念珠

收稿日期: 2002-09-08; 修订日期: 2003-02-04

基金项目: 中国科学院知识创新工程项目资助(220316); 国家自然科学基金项目资助(30070154)

作者简介: 李敦海(1971—), 河南新县人, 博士, 从事藻类生物学研究

藻, *N. flagelliforme* Vauch.) 在分布上有一定的相关性, 例如在甘肃省的发菜产区, 发菜与地木耳常混生, 数量上互为消长^[9]。

在山西由南到北, 从海拔 200—1100m 都有分布, 多数分布在 450—900m 之间, 在海拔 600—800m 之间地木耳生物量最大^[10]。地木耳分布区的植被为夏绿旱生矮草草本群落和中生草本群落。植被灌木稀少而低, 盖度小, 平均 45%; 与白茅草、针茅具有分布一致性。大多见于光照强烈, 昼夜温差大, 干旱的生境中; 在多年撂荒地、路边疏草坡、坡前平坦的地势分布较多。这样的生境中地木耳的平均生物量为 10kg/hm²。研究者^[10]认为, 在海拔 400—900m 之间, 由于其草丛稀疏, 盖度小, 温度高, 光照充足, 污染小, 因此形成了利于地木耳生长的生境; 高海拔植被特殊, 为密集的亚高山、高山草甸, 盖度大, 气温低, 无霜期短 (125—191 天), 形成不利于其生长的生境。

另有作者认为, 地木耳多生于灰钙土、草甸土上。地边、路旁, 5—20° 的山坡地, 特别是在地表径流的下坡边沿数量也较多。这些地段的土壤团粒结构良好, 有机质含量也高, 植被覆盖度 17%—25%。多与杂草或苔藓伴生^[2]。

在我国的其他地区, 如江苏, 有人^[3]报道地木耳雨后大量出现在玄武岩、石灰岩基质的荒草地坡及路边荒地上。多数报道者描述地木耳多生在潮湿之地的草丛中^[1], 或潮湿的林地、草地或水底^[11]。雨后或春雨过后生长繁殖快。

2.2 地木耳生理生态学

1) 含水量: 胡良成^[12]等报道, 地木耳中非化学结合水含量为 94.5%—94.9%。可逆结合水含量为 88.2%, 不可逆结合水含量仅为 6.3%—6.7%。而毕润成^[10]等报道, 地木耳的平均持水量为 18.6%, 自然含水量为 42%, 相对含水量为 2.9%。地木耳含水量与土壤含水量关系不明显。地木耳群体内含高比例的可逆结合水, 可能与其高含量的胞外多糖有关。这也与地木耳能在干旱和半干旱地区分布且雨后“生长繁殖快”有关。

2) 固氮作用: 生长在内蒙古锡林郭勒草地的地木耳, 其固氮特性在晴天、早、晚最强, 中午几乎测不到固氮活性, 而夜间气温不低于 5℃ 时仍能固氮。夏季雨天 24h 均能固氮^[13]。他们还根据地木耳在不同草原的分布及生物量、固氮活性昼夜变化、季节动态和年降水天数, 估算出地木耳在内蒙古草原的固氮量为 1—4kg/hm²·a。关桂兰^[8]等对土壤条件如 pH 值、含盐量及含水量对地木耳固氮作用影响研究表明, 这些因素对其固氮作用的影响均很大。尤以土壤含水量的影响较显著: 土壤含水量高, 固氮活性也高。生长在 pH8.0—9.5 范围内, 固氮活性在 pH8.0 为最高。土壤含盐量相对较低, 固氮活性高。

利用地木耳可以固氮这一特性, 王静^[13]将地木耳分别混于土壤中和置于土壤表面, 经过一定时间后, 取土样测定其速效氮含量。结果表明, 施用地木耳可增加土壤中的含氮量, 其中若无作物, 混于土壤中比置于土壤表面含氮量增高明显, 若有作物则正好相反。分别以地表施加、土中施加, 浸

泡材料与酶提取液的方式在番茄的营养生长期和花期施加, 均有增肥效应^[14]。地表施加效果最好, 且营养生长期施加的作用大于花蕾期。只要使地木耳保持活力, 白天进行光合作用, 夜间便可进行固氮作用, 它可以持续地进行生物固氮, 且具有累加效应。

3 地木耳的营养成分分析

由表 1 可以看出, 地木耳的营养成分, 各研究者报道的差距比较大。干品的含水量为 1.66%—14.9%; 灰份 9.82%—15.2%; 蛋白质 14.6%—21.81%; 碳水化合物 51.2%; 粗纤维 2.75%—3.9%; 粗脂肪 0.2%—4.28%; 总糖 0.52%—23.8%。个别成分的变动有的相差近 50 倍 (如总糖), 这固然与地木耳的产地、收获的时间或收获后的处理方法有很大关系, 但也不排除测定方法上的差异或错误。例如, 由于地木耳生长在地上, 并常和杂草一起混生, 采收时难免会混上杂草和泥沙。

地木耳所含的金属元素中, 以钙和铁的含量为最高。钙含量为 406—3091mg/100g; 铁 284—574.6mg/100g。磷 83.85—140mg/100g; 镁 79—670mg/100g; 钠 74.9mg/100g; 钾 110mg/100g; 铜 0.4—10.46mg/100g; 锌 1.5—36.86mg/100g; 锰 3.0—90.91mg/100g; 另外, 还有微量的钴、硒、锗等微量元素。这些元素中的多数含量也差别悬殊。这与地木耳的产地、采样时 (后) 的污染有很大的关系。如盛家荣^[16]等报道的采自于大学校园的地木耳, 其铜含量高达 10.46mg/100g, 锌含量高达 36.86mg/100g。这可能与校区处于闹市或土壤受人为干扰有关。如果果真含量如此之高, 可能要谨慎食用了。

人体所必须的八种氨基酸, 地木耳都含有 (表 2)。各有关地木耳氨基酸含量的报道, 相互间的差别也比较大。有的含量均呈数量级的差别。如黄晓波^[7]等报道的地木耳氨基酸含量, 他们未指明是游离氨基酸还是水解氨基酸, 但如果看成是水解氨基酸, 其报道的数值要比胡良成等^[12]报道的数值高约 1 个数量级; 若看成是水解氨基酸, 其数值要比其他研究者报道的水解氨基酸含量数值低约 1 个数量级。另外, 还有些令人迷惑的地方, 例如, 胡良成等^[12]报道地木耳水解氨基酸的总量为 31.435%, 而其他研究者报道的地木耳总蛋白质的含量也不超过 22%。

地木耳还含有丰富的维生素 C (V_C), 少量的 V_A, V_{B1}, V_{B2}, V_E (表 1)。

4 地木耳的资源利用及开发

由于地木耳的可食用性、分布的广泛性与小生境的特性、可以固氮、营养丰富以及具有一定的药用效果, 因此, 地木耳的资源利用和开发广受关注。

4.1 各地对地木耳作为野菜资源的记载

在我国许多省市, 如青海^[17], 安徽^[18], 吉林^[1], 江苏^[3], 四川^[19], 烟台^[20], 云南^[21], 黑龙江^[22], 湖南^[11], 湖北^[23]等, 地木耳是作为野菜资源记载的, 虽然他们对它的称呼并不尽相同。许多有“借光”之嫌, 如作为商品时称其为葛仙米等。

表 1 地木耳各种营养成分的含量
Tab. 1 Contents of different components in Nostoc commune

文献 成分	[7]	[2]	[27]	[12](含量%)		[16]	文献 成分	[7]	[27]	[5]	[12]	[16]
氨基酸	含量(%)			水解	游离		以下含量(%)	1.66		14.9		5.14
天冬氨酸	0.297	3.83	2.13	4.289	0.020	2.38	水分	9.82		15.2		
苏氨酸	0.154	1.80	1.33	2.445	0.012	1.51	灰份	16.68	18.08	14.6		21.81
丝氨酸	0.138	1.16	0.87	1.812	0.053	0.861	蛋白质	2.75		3.9		
谷氨酸	0.318	2.30	2.01	2.759		1.89	粗纤维	4.28	1.05	0.2		0.58
脯氨酸	0.100	1.03	0.36			0.905	粗脂肪	8.80	0.52			23.8
甘氨酸	0.304	1.75	1.09	1.985		1.03	总糖			51.2		
丙氨酸	0.308	1.55	1.22	2.147	0.033	1.36	碳水化合物					
胱氨酸	0.030	微量	0.13		0.047	0.117	以下含量					
							mg/100g					
缬氨酸	0.233	1.64	1.22	3.672	0.011	1.44	钙	1833	1340	406	3091	2910
蛋氨酸	0.091	0.23	0.40			0.123	镁	225	670		222	79
亮氨酸	0.327	1.77	1.39	2.419	0.043	1.44	磷	131	83.85	157		140
酪氨酸	0.065	0.57	0.46	0.729		0.364	铜	1.067			0.4	10.46
异亮氨酸	0.221	0.47	1.06	2.269	0.050	1.05	锌	32.63	1.5		5	36.86
苯丙氨酸	0.160	1.41	1.12	2.287	0.151	0.973	铁	468	360	290	284	574.6
组氨酸	0.083	0.25	0.15			0.066	锰	90.91			3	4.36
色氨酸	0.028						钴	0.146				
赖氨酸	0.238	0.06	0.67	1.356	0.014	0.531	硒	0.0114				0.076
精氨酸	0.312	1.68	1.10	2.059	0.201	1.15	锗					0.0128
半胱氨酸				1.207	0.052		钠		74.9			
							钾		110			
							V _A		0.36			
							V _C	42.0	19.54			
							V _{B1}	2.42				
							V _{B2}	1.34				
							V _E		0.38			

4.2 地木耳作为席上珍馐和保健饮料

既然地木耳可以吃,作为饮食大国、饮食文化古老而丰富的国度,在我国有许多有关地木耳入肴制作的方法。可以清炒,炒肉片,或打地木耳鸡蛋汤^[22];凉拌或与肉烹煮^[11]。或“锅煎地耳;富贵地钱”^[4]。最好雨后及时采摘,鲜时配青蒜等炒食^[3]。炒食做汤,滑脆鲜美甘香^[1]。做糕馅或拌菜吃,味道颇佳^[23]。更有甚者,称其“可作米食之”^[23]。

另外,还可以以地木耳为原料,按大豆瓣(干)40%,面粉20%,地木耳(湿鲜)40%的比例,辅以辣椒,生产地木耳辣酱^[26]。也可以用纯天然地木耳研制加工出新型保健饮料^[5]。

4.3 医疗、食疗作用

地木耳营养丰富,可与木耳相媲美,在蛋白质、钙、铁、V_C等的含量上甚至超过木耳和银耳,具有一定的医疗和保健价

值^[27]。《本草纲目》等书记载地木耳有“补心清胃,久食美色,益精悦神,至老不毁”等功效,是一种很值得提倡的、营养保健的野菜^[1]。《中国医学大辞典》记载,地木耳具有“明目,益气,令人有子”的功效^[16]。全体可入药,味甘性寒,有清热明目、收敛益气功效。用作治疗夜盲症,目赤红肿,久痢疾脱肛等症^[3,11];焙干研粉,加香油调敷,可医治烧伤、烫伤^[25]。曹东^[28]等人认为,可以用地木耳代替药方中的黑木耳或白木耳,治疗精神神经性疾病。

4.4 利用地木耳监测空气质量

由于地木耳易采集,对大气污染的敏感性高,马骥等^[29]利用地木耳监测大气污染,并分析其结果具有可靠性。他们将地木耳挂袋暴露于空气中,选择地木耳的含硫量、伤害面积、pH 值为监测指标,同时以例行监测的大气环境质量综合指数为参照,对每项指标作定量化计算,确定其分级标准,用

模糊数学方法对大气环境质量作综合评价。结果表明,地木耳多指标模糊综合评判法与综合指数法一致,具有较高的可靠性。单独选择地木耳的 pH 值对大气污染进行量化监测,也取得了比较好的结果^[30]。

4.5 地木耳的人工培养

目前还没有成熟的地木耳人工大量培养技术。究其原因,一方面是因为地木耳野生资源量本来就很大,容易采集;另一方面,还可能由于地木耳并未真正被大量开发利用有关。虽然在自然界中地木耳可以广泛大量的发生,但是,若要人工培养可能并不容易。只有零星的文献报道了地木耳的人工培养,而且只作了一般性的介绍,并未给出具体的培养方法和培养效果^[31]。赵良忠^[32]等报道了地木耳的实验室培养方法,通过比较地木耳在各种培养基中生长情况,找出了适合地木耳室内扩大培养的培养基,发现地木耳在延迟期宜遮光培养,对数生长期和稳定生长期的光照强度以 350—4000lx 为宜。但是,他们并未在实验结果中描述培养后地木耳是否仍保持大群体(Macrocolony,即野外采集时“形似木耳”的原植体)。若保持大群体,又怎么可以用分光光度计直接测定出生长情况呢?若未能保持或最终形成大群体,培养不能算是成功的。

5 总结与展望

对地木耳的称呼千奇百怪,比较统一的称呼是“地木耳”。在这些称呼中,比较不能叫人接受的是“葛仙米”和“地钱”。葛仙米另有其藻,其学名为拟球状念珠藻(*Nostoc sphaeroides* Kützing),在世界范围内分布极窄;地钱是苔藓类(Liverwort)植物。近 10 年来,我国多数的有关地木耳的文献,是将其作为野生蔬菜资源记载的。从这些文献可以看出,地木耳在我国分布广,从江南水乡、华北平原,到西北山区、青藏高原、内蒙古高原以及长白山区都可觅其踪迹。在生理生态学上,从海拔 3000m 以上的高山到低地平原,从零下 40℃ 的低温到 30℃ 以上的高温,地木耳都可以生长;地木耳的固氮活性与天气状况、日照强度,土壤的 pH 值、含水量及含盐量有关,也受温度的影响。其固氮特性对草原、山地的氮收支平衡很重要,也有使其作为生物肥料的可能。地木耳营养丰富,富含人体必须的氨基酸;含多种微量元素和维生素。因此,地木耳成为人们的席上珍馐;利用地木耳可以生产健康饮品、食品;也可入药,对某些疾病有独到的疗效。基于地木耳对大气污染的敏感性,它可以成为易得的生物监测材料。对地木耳的人工培养特别是大量培养研究甚少,还有待深入。

今后,对地木耳的研究工作应该注意以下几点:(1)建立不同地区的地木耳株系;(2)对其生理学、生理生态学和生物化学进行深入研究,如光合作用、抗旱机理、固氮活性、生态分布、胞外多糖、特异蛋白质等等;(3)在营养成分研究上,应该制定标准的采样、样品处理和测定方法;(4)对其医疗和保健作用作具体的研究,得到科学数据,获得临床实例,而不是只停留在古籍记载、口头传说和民间偏方上;(5)建立地木

耳的人工大量培养技术。可以考虑作肥料用和作食品用。对于两种不同用途的地木耳的培养方法要求是不同的。前者可以只考虑肥力,不考虑其形、色;而后者既要保持营养,又要形美而色丽。

参考文献:

- [1] Nie X L, Cheng Y K. Wild vegetable resource and their utilization in Jilin Province [J]. *Agriculture in Jilin*. 1996, 7(1): 22. [聂小兰, 程英魁. 吉林省山野菜资源及开发前景. 吉林农业, 1996, 7: 22]
- [2] Yang J Y, Zhang Z Z. New resource of nutrition-*Nostoc commune* [J]. *Gansu Agri. Sci. and Techn.* 1993, 7: 39. [杨景宇, 张宗舟. 新营养源——地木耳. 甘肃农业科技, 1993, 7: 39]
- [3] Tang G G. A preliminary report of the wild vegetable resource in Jiangsu Province [J]. *Resource Saving and Integrated Utilization*. 1995, (1): 25—30. [汤庚国. 江苏省山野菜资源研究初报. 资源节约和综合利用, 1995, (1): 25—30]
- [4] Xu S J. Delicious *Nostoc* [J]. *Sichuan Cooking*. 2001, 1: 46. [徐士军. 美味地耳菜. 四川烹饪, 2001, 1: 46]
- [5] Miao Y Z, Wang W J, Tian Q, et al. Algal food from Changbai Mountains-Developing of a pure natural beverage with *Nostoc commune* [J]. *Food Science*. 1996, 17(6): 44—46. [苗影志, 王维坚, 田青, 等. 长白山地藻食品——全天然地耳营养保健饮料的研制. 食品科学, 1996, 17(6): 44—46]
- [6] Potts M, Whitton BA. The Ecology of Cyanobacteria [M]. Kluwer Academic Publishers, 2000, 465—504
- [7] Huang X B, Suo Y R. Analysis and appraisal nutritive ingredient of *Nostoc commune* Vauch. [J]. *Qinghai Sci. and Techn.* 1999, 6(3): 7—8. [黄晓波, 索有瑞. 地皮菜营养成分分析与评价. 青海科技, 1999, 6(3): 7—8]
- [8] Guan G L, Yang Y S, Guo P X. The group and distribution of terrestrial nitrogenfixing blue green alga and its effects on the environment in the arid area in Xinjiang [J]. *Arid Zone Res.* 1995, 12(1): 1—6. [关桂兰, 杨玉锁, 郭沛新. 新疆干旱地区陆生固氮蓝藻的种群、分布及对环境的作用. 干旱区研究, 1995, 12(1): 1—6]
- [9] Zhao P. Studies on the ecological environment of *Nostoc flagelliforme* [J]. *J of Lanzhou Uni. (Nat. Sci.)*. 1996, 32(2): 151—152. [赵萍. 发菜生态环境的研究. 兰州大学学报(自然科学版), 1996, 32(2): 151—152]
- [10] Bi Y C, Yan G Q. Studies on the community feature and resource distribution of *Nostoc commune* in the southern Shanxi province [J]. *J. of Wuhan Bot. Res.* 1999, 17(3): 239—243. [毕润成, 闫桂琴. 山西南部地木耳群落特征及其资源分布研究. 武汉植物学研究, 1999, 17(3): 239—243]
- [11] Zhou R B. Common wild vegetables in Hunan province and their medical functions. *Res. of Medical Food*. 1997(3): 6. [周日宝. 湖南省常见野菜及其食疗作用. 药膳食疗研究, 1997(3): 6]
- [12] Hu L C, Song G Q. A preliminary report of nutritive quality of *Nostoc commune* [J]. *J. of Zhongkai Agrotechnical College*. 1998, 11(2): 67—69. [胡良成, 宋光泉. 地耳(*Nostoc commune*)营养品质的研究初报. 仲恺农业技术学院学报, 1998, 11(2): 67—69]
- [13] Wang J. A study on the influence of *Nostoc commune* on the content of nitrogen in soil [J]. *J. of Lanzhou Uni. (Nat. Sci.)*. 1995, 31(3):

- 97—99. [王静. 地木耳改变土壤含氮肥量的研究. 兰州大学学报(自然科学版), 1995, **31**(3): 97—99]
- [14] Wang J, Zhang Z M. The effect of *Nostoc commune* on the bloom and nutritive growth of plant [J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* 1995, **15**(6): 86—90. [王静, 张志铭. 地木耳对番茄生长的影响. 西北植物学报, 1995, **15**(6): 86—90]
- [15] Guan X Q, Ruan X J. The characters of bionitrogen fixation of *Nostoc commune* and its function in nitrogen cycle in Inner Mongolia grassland [J]. *Acta Agrestia Sin.* 2000, **8**(1) 13—17. [关秀清, 阮学军. 地耳生物固氮特性及其在内蒙古草原氮素循环中的作用. 草地学报, 2000, **8**(1) 13—17]
- [16] Sheng J R, Fan H Q, Zeng L H. Analysis of the main nutrients of *Nostoc commune* [J]. *J. Guanxi Teachers College (Nat. Sci.)*. 1998, **15**(4): 68—70. [盛家荣, 范会钦, 曾令辉. 普通念珠藻的主要营养成分分析. 广西师院学报(自然科学版), 1998, **15**(4): 68—70]
- [17] Qiu J S. Main wild vegetable resource in Qinghai plateau [J]. *Changjiang Vegetable*. 1997(4): 27—28. [邱继生. 青海高原主要野生蔬菜资源. 长江蔬菜, 1997(4): 27—28]
- [18] Zhu S D and He Y H. The utilization of wild vegetable resource in Anhui province [J]. *J of Anhui Agri. Uni.* 1995, **22**(2): 160—163. [朱世东, 何云核. 安徽省野生蔬菜资源的利用(综述). 安徽农业大学学报, 1995, **22**(2): 160—163]
- [19] Xu Y C. Exploitation and utilization of wild vegetables in sceneries of western Sichuan province. *Sichuan Forestry Sci. and Tech.* 1995, **16**(1): 67—70. [徐永才. 川西风景区野菜的开发利用. 四川林业科学, 1995, **16**(1): 67—70]
- [20] Zhang D S. Study of wild vegetable resources in suburbs of Yantai [J]. *Yantai Teachers Uni. J (Nat. Sci.)*. 1997(Sul.), **13**(3): 213—216. [张德山. 烟台市近郊野生蔬菜资源初报. 烟台师范学院学报(自然科学版), 1997(增), **13**(3): 213—216]
- [21] Deng X Y, Shen Z G, Deng M et al. A preliminary study on the algae vegetation of Sishuangbanna in Yuannan province [J]. *Southwest China J of Agri. Sci.* 1997, **10**(1): 85—90. [邓新晏, 沈宗庚, 邓敏, 等. 云南西双版纳藻类植物初报. 云南农业学报, 1997, **10**(1): 85—90]
- [22] Zhang M P and Zhang D M. The utilization of wild vegetable resources in Heilongjiang province. *J. of Heilongjiang August Firsr Land Reclamation Uni.* 1997, **9**(4): 27—31. [张美萍, 张冬梅. 黑龙江省野生蔬菜资源的利用. 黑龙江八一农垦大学学报, 1997, **9**(4): 27—31]
- [23] Li L and Zhang Q Y. Development and utilization of forest vegetable in Enshi [J]. *J of Hubei Institute of Nationalities (Nat. sci.)*. 1998, **16**(3): 69—71. [李莉, 张前勇. 恩施山区森林蔬菜开发利用初探. 湖北民族学院学报(自然科学版), 1998, **16**(3): 69—71]
- [24] Wang X P. Skillful utilization of Wild vegetable [J]. *China Food*. 2001, 8: 11. [王晓鹏. 巧食野菜. 中国食品, 2001, 8: 11]
- [25] Wang W M. *Nostoc commune*, the treasure of desert [J]. *China Special Local Products*. 1996(5): 31—31. [王文明. 大漠奇珍——地软. 中国土特产, 1996(5): 31—31]
- [26] Zhang Z Z. The technique of spicy sauce production using *Nostoc commune* [J]. *Comm. of Agri. Tech. and Sci.* 2000(1): 23—23. [张宗舟. 地木耳辣酱生产技术. 农业科技通讯, 2000(1): 23—23]
- [27] He B Z, Li Y X. The study of nutritive value and usage of *Nostoc commune* Vauch. *J of Shanxi Uni. (Nat. Sci.)*. 1991, **14**(1): 93—96. [贺宝珍, 李义先. 地木耳营养价值及其潜能研究. 山西大学学报, 1991, **14**(1): 93—96]
- [28] Cao D and Lai S J. Therapy of nerval disease with soup made with ermu, amber and white peony [M]. *Yunnan J of Chin. traditional Medical and Medicine*. 1997, (4): 14—15. [曹东, 来圣吉. 二木琥珀白芍汤治疗精神神经性疾病. 云南中医中药杂志, 1997, (4): 14—15]
- [29] Ma J, Wang X L and Qi B. Fuzzy valuation with multiple index in bioindication [J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* 1997, **17**(2): 247—250. [马骥, 王勋陵, 祁斌. 生物监测德多指标模糊综合评价. 西北植物学报, 1997, **17**(2): 247—250]
- [30] Yang X S and Wang X L. A study on the feasibility of monitoring SO₂ pollution by using N-Commune bags [J]. *Acta Bot. Boreal. -Occident. Sin.* 1994, **14**(4): 70—75. [杨学山, 王勋陵. 地木耳挂袋法监测大气SO₂污染的可行性研究. 西北植物学报 1996, **14**(4): 120—121]
- [31] Li B Z. Exploitation and utilization of the edible *Nostoc commune*, a cyanobacterium [J]. *Jilin Irrigation Works*. 1994, **14**(6): 70—75. [李炳芝. 开发食用蓝藻——地木耳. 吉林水利, 1994, **14**(6): 70—75]
- [32] Zhao L Z, Duan L D. The *Nostoc commune* indoor culture study [J]. *J of Shaoyang College*. 1999, **12**(1): 49—53. [赵良忠, 段林东. 念珠藻室内培养研究. 邵阳高等专科学校学报, 1999, **12**(1): 49—53]